

# ASPECTOS BIOQUÍMICOS E AGRONÔMICOS NO COZIMENTO DE MANDIOCAS.

## II. FERTILIDADE DE SOLOS

**Cássia Regina Limonta Carvalho<sup>1</sup>; José Carlos Feltran<sup>1</sup>; Marcelo Antônio Morgano<sup>2</sup>; Teresa Losada Valle<sup>1</sup>; Fernando Bertti<sup>3</sup>; Thiago Fonseca Mezette<sup>4</sup>; João Manoel Sanseverino Vergani Galera<sup>5</sup>**

1. Pesquisadores Científicos, APTA/Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13012-970 Campinas, SP, climonta@iac.sp.gov.br. 2. Pesquisador Científico, APTA/Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, SP. 3. Aluno de iniciação científica, Ciências Biológicas, PUCCAMP, Campinas-SP, bolsista CNPq; 4. Pós-graduado em “Agricultura Tropical e Subtropical” pelo Instituto Agronômico; 5. Aluno do Curso de Pós-graduação em “Agricultura Tropical e Subtropical” do IAC.

**PALAVRAS CHAVE:** mandioca de mesa, nutrição de solos, elementos minerais, tempo de cocção.

### INTRODUÇÃO

Para pequenos produtores, uma cultivar com bom desempenho agrícola e culinário torna-se essencial à sua rentabilidade. Vários são os fatores que afetam a qualidade de cocção das raízes e dentre eles, está a fertilidade dos solos (Lorenzi, 1994; Silva et al., 2005). Visto que, até o momento, há pouca informação literária pormenorizada sobre os fenômenos associados à cocção do produto, neste trabalho, procurou-se avaliar as interações entre os nutrientes dos solos, o tempo de cocção e a composição mineral de variedades de mandioca cultivadas em solos com diferentes níveis de nutrientes. Os resultados aqui expostos, mesmo que preliminares, poderão nortear investigações em técnicas de produção agrícolas, correção de nutrientes do solo, processo igualmente importante para a melhoria de renda dos produtores.

### MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados 15 genótipos de mandioca de mesa, constando de 3 variedades, IAC 576/70, Mantiqueira e SRT-797 Ouro do Vale e de 12 clones em seleção pelo IAC: 16/00, 27/00, 28/00, 33/00, 56/99, 66/99, 105/00, 108/00, 109/00, 113/00, 265/97 e 290/97. As variedades foram cultivadas em Engenheiro Coelho, SP, tanto em solo com excessiva adubação por vários anos, 1º Ensaio-safra 2004/05, quanto em solo descansado por 5 anos, sem adubação inorgânica, 3º Ensaio-safra 2005/06 e em Campinas, SP, em solo considerado de melhor qualidade nutricional, 2º Ensaio-safra 2004/05. As raízes foram colhidas com 8 meses após o plantio no 1º Ensaio, 7 meses no 2º Ensaio e 11 meses no 3º Ensaio.

Nos cultivares foram determinados os tempos de cocção, cozendo-se em água fervente cilindros da parte mediana das raízes, cortados ao meio, empregando-se o método descrito por Lorenzi (2004). Em seguida, as raízes foram secas em estufa ventilada a 40°C, pulverizadas e avaliadas quanto aos teores de minerais, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Na, Fe e Zn, de acordo com metodologia da AOAC usando a técnica de espectrometria de emissão óptica em plasma de argônio com acoplamento indutivo, em um ICP OES da BAIRD modelo ICP 2000 (Massachusetts, USA) (Horwitz, 2005). Todas as avaliações químicas foram realizadas em triplicata. As determinações das propriedades físicas e químicas dos solos foram feitas seguindo o método de Raij e Quaggio (1983), realizando-se duas coletas de solo em cada local de plantio, na profundidade de 0-20 cm. Os cálculos estatísticos de significância entre as médias dos componentes analisados foram feitos pelo programa GENES (Cruz, 1997) e para a avaliação

simultânea das variáveis determinadas empregou-se a técnica de Análise de Componentes Principais (ACP), usando software Pirouette 3.11 (Infometrix, 1990-2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 demonstra o tempo de cozimento dos genótipos de mandioca nos três ensaios realizados. De forma geral, os genótipos cultivados no solo 1 apresentaram tempos de cocção médios mais elevados (47,3 min.), mesmo sendo as raízes mais novas do que as do solo 3. Neste solo apenas o clone 113/00 obteve excelente cozimento. Nota-se também que o cultivar IAC 576/70, considerado padrão, apresentou tempos de cocção diferenciados nos 3 tipos de solos com melhor cozimento no solo 2, e o clone 108/00, de difícil cocção, mostrou uma melhora significativa ao ser cultivado no solo 2. Dos clones empregados neste estudo, 50% deles (66/99, 56/99, 265/97, IAC 576/70, 105/00, 28/00) revelaram melhora no tempo de cozimento quando cultivados no solo 3. De acordo com o esperado, as variedades Mantiqueira e Ouro do Vale tiveram excelentes tempos de cocção.

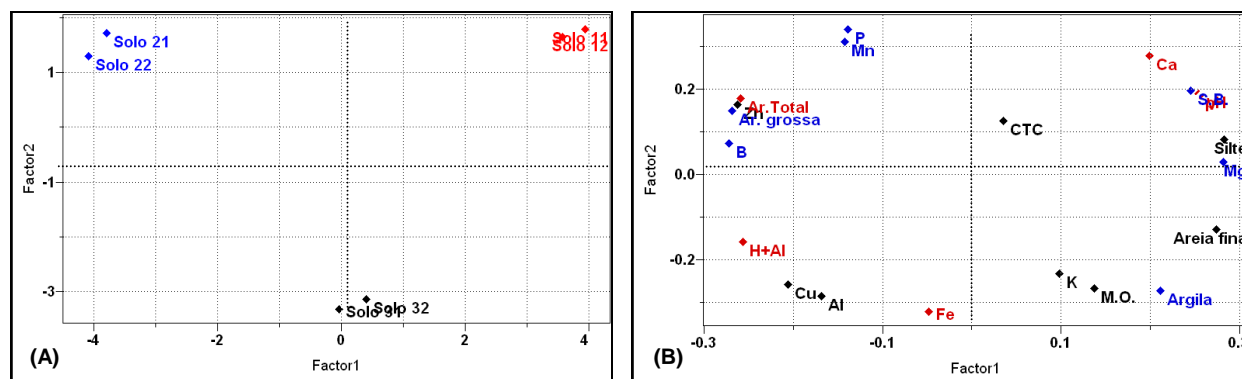
**Tabela 1.** Tempo de cocção médio (min.) de 6 a 8 raízes de variedades de mandioca e de clones em seleção pelo IAC cultivados em Engenheiro Coelho/SP - em solo com excessiva adubação (solo 1; Ensaio 1) e em solo descansado por 5 anos (solo 3; Ensaio 3), e em Campinas/SP - em solo considerado de melhor qualidade (solo 2; Ensaio 2).

Genótipos	Solo 1	Solo 2	Solo 3
27/00	52,0 aA*		52,0 aA
108/00	52,0 aA**	42,5 aB	52,0 aA
16/00	52,0 aA		51,4 aA
66/99	52,0 aA		46,2 bB
56/99	50,1 aA		40,1 cB
265/97	50,0 aA		35,3 dB
IAC 576/70	49,0 aA	26,2 bC	36,2 dB
33/00	48,3 aA		48,3 bA
109/00	47,1 bB		51,3 aA
290/97	44,0 bA		42,0 cA
105/00	43,3 bA		35,2 dB
28/00	41,0 bA		29,2 eB
113/00	28,3 cB		36,5 dA
Mantiqueira		27,0 b	
Ouro do Vale		19,5 c	
<b>MÉDIA</b>	47,3	29,2	43,1

\* Médias com a mesma letra minúscula na coluna e \*\* mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Scott e Knott.

Os resultados das análises químicas e físicas das áreas experimentais são demonstrados na Figura 1, após tratamento dos dados e avaliação simultânea por ACP de todos os nutrientes e propriedades físicas determinadas nos solos. Para analisarmos os dados gerados de forma concomitante, através das figuras aqui apresentadas, devemos dividir os gráficos A e B em duas partes iguais, na horizontal ou vertical, ou em quadrantes e, em seguida, imaginá-los sobrepostos. Assim, o solo 2 apresentou maiores teores de P, Mn, Zn, B, areia grossa e areia total do que os demais solos, enquanto que os resultados do solo 1 indicaram maiores valores de Ca, Mg, S.B., V(%), baixa acidez (pH = 5,9) e silte. Já o solo 3, maiores teores de M.O., K e Fe. Os solos 2 e 3 apresentaram teores próximos de H+Al, Cu e Al e os solos 1 e 3, de areia fina e

argila. A relação de P/Ca do solo 2 (1,12 mg/mmol<sub>c</sub>) foi 3 vezes maior do que o solo 1 (0,38 mg/mmol<sub>c</sub>) e 3,6 vezes do que o solo 3 (0,31 mg/mmol<sub>c</sub>).

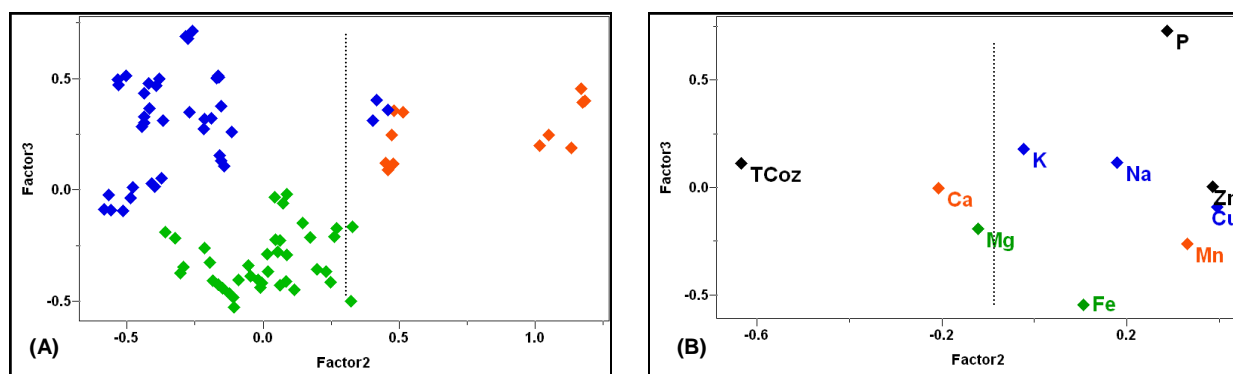


**FIGURA 1.** Análise de componentes principais de 21 avaliações químicas e físicas dos solos: (A) gráfico de escores – distribuição gráfica dos 3 solos após transformação matemática; (B) gráfico de pesos – influência das 21 variáveis sobre a distribuição gráfica dos 3 solos. As variáveis foram submetidas ao pré-processamento autoescalado. Areia total, Areia grossa, Zn, SB, V e pH – variáveis sobrepostas no gráfico de pesos (B).

A Figura 2 representa os valores de minerais presentes nas raízes dos 15 genótipos cultivados nos 3 solos, incluindo também os seus tempos de cozimento. É nítido o agrupamento dos genótipos em relação ao local de cultivo: solo1 – azul; solo 2 - laranja; solo 3 - verde. Os genótipos do solo 2, Figura 2A - 576-70, Mantiqueira e 108/00, em laranja, e o 113/00 do solo 1, em azul, apresentaram os maiores teores de P (1013,2 a 1364,4 mg.kg<sup>-1</sup>), cerca de 1,5 vezes a mais do que as demais raízes (423,6 a 1104,7 mg.kg<sup>-1</sup>), três deles possuindo os melhores tempos de cocção (Tabela 1). A Ouro do Vale, embora também pertença a este grupo, obteve teores mais baixos de P (609,0 a 869,0 mg.kg<sup>-1</sup>). Esses genótipos, igualmente, demonstraram elevados teores de Zn, Cu e Mn em suas raízes.

Todos os genótipos (16/00, 27/00; 108/00 e 109/00) com elevados tempos de cocção (acima de 50 min.), tanto os do solo 1 como as do solo 3, apresentaram índices altos de Ca e Mg nas raízes (Ca = 851,7 a 1276,9 mg.kg<sup>-1</sup>, demais raízes = 353,2 a 686,1 mg.kg<sup>-1</sup>; Mg = 812,1 a 1424,7 mg.kg<sup>-1</sup>; demais raízes = 514,2 a 812,0 mg.kg<sup>-1</sup>). Os genótipos 28/00, 33/00, 56/99, 66/99, 105/00, 113/00, 265/97, 290/97 e 576-70, todos do solo 3, em verde, que diminuíram os tempos de cozimento quanto cultivados neste solo, com exceção do 113/00, expressaram baixos teores de Ca em suas raízes (381,0 a 638,2 mg.kg<sup>-1</sup>) associado ou não a maiores teores de K, Zn, Fe, Mn e Na. Os clones 28/00, 33/00, 56/99, 66/99, 105/00, 290/97 e 576-70, todos do solo1 (com cocção ruim, em azul) mostraram boa dosagem de P (744,4 a 895,0 mg.kg<sup>-1</sup>), mas também teores mais elevados de Mg do que de Ca, em uma razão aproximada de 2:1 (Mg:Ca).

A amplitude encontrada para o teor de matéria seca nas amostras avaliadas foi de 33,55 a 45,18%, não havendo correlação entre este componente e o tempo de cozimento (Tabela 2). Coeficientes de correlação linear negativos e significativos foram obtidos entre os teores dos elementos P, Zn, Mn e Cu e o tempo de cocção das raízes, enquanto que para os minerais Ca e Mg, a correlação linear foi positiva (Tabela 2), indicando que o aumento de um dos minerais dificulta o cozimento das raízes.



**FIGURA 2.** Avaliação simultânea por ACP dos minerais e tempo de cozimento das raízes dos 15 genótipos de mandiocas, cultivados em 3 tipos de solos: (A) Distribuição gráfica das amostras após aplicação da ACP - Azul: mandiocas cultivadas no solo 1; Verde: solo 3; Laranja: solo 2. (B) gráfico de pesos – influência dos teores de minerais e tempo de cozimento sobre a distribuição gráfica das amostras. Pré-processamento: escalamento pela variação.

**Tabela 2.** Matriz de coeficientes de correlação entre os teores de minerais (em mg.kg<sup>-1</sup>), teor de matéria seca (MS, em %) e o tempo de cozimento (min.) de 15 genótipos *in-natura* de mandioca avaliados, de forma conjunta, nos 3 locais de cultivo e com 90 resultados para cada variável.

	K	P	Mg	Ca	Na	Zn	Fe	Mn	Cu	TCoz
MS	0,16 <sup>ns</sup>	-0,34**	-0,36**	-0,48**	-0,01 <sup>ns</sup>	-0,32**	0,13 <sup>ns</sup>	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,25*	-0,11 <sup>ns</sup>
K		0,14 <sup>ns</sup>	-0,27**	-0,25*	-0,39**	0,10 <sup>ns</sup>	-0,06 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>
P			-0,34**	0,06 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,42**	-0,040**	0,04 <sup>ns</sup>	0,26*	-0,30**
Mg				0,52**	0,01 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,21*	0,15 <sup>ns</sup>	0,37**
Ca					-0,19 <sup>ns</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,45**
Na						0,36**	0,07 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,23*	-0,23*
Zn							0,29**	0,71**	0,85**	-0,38**
Fe								0,63**	0,41**	-0,04 <sup>ns</sup>
Mn									0,76**	-0,35**
Cu										-0,49**

ns – não significativo; \* - significativo a 5% de probabilidade e \*\* - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste t.

## CONCLUSÕES

A nutrição dos solos exerceu influência na composição dos elementos minerais das raízes dos genótipos de mandioca. As raízes com elevados tempos de cozimento apresentaram altos teores de Ca, seguido de Mg, enquanto que as com melhor tempo de cocção demonstraram maior conteúdo de P, Mn, Zn e Cu. Há indicativos que o pH, a relação de P/Ca e a concentração dos elementos Mn, Zn, Cu e Mg dos solos exerçam influência no cozimento das raízes de mandioca de mesa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUZ, C. D. **Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística**. Universidade Federal de Viçosa, 1997, 442p.
- HORWITZ, W. (ed). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18<sup>a</sup> ed. Gaithersburg, Maryland: **AOAC**, cap. 50, p. 15-18, 2005.
- LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v.53, n.2, p. 237-245, 1994.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).
- SILVA, E.L. da; SOUZA, F.D.S.; FONSECA JUNIOR, N.S.; FAVARO, S.P. Influência de diferentes níveis de solo sobre o tempo de cocção e propriedades físico-químicas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11, 2005, Campo Grande. **Anais: Ciência e tecnologia para a raiz do Brasil**. Campo Grande: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2005. CD-ROM